

CERAMIC HEATER

Patent Number: JP11312570
Publication date: 1999-11-09
Inventor(s): OE JUNJI
Applicant(s): KYOCERA CORP
Requested Patent: ☐ JP11312570
Application JP19980118947 19980428
Priority Number(s):
IPC Classification: H05B3/18; H01L21/324; H01L21/68;
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately measure the temperature of a ceramic heater, even in the temperature range of 200 deg.C and higher by the use of temperature detection means, such as thermocouples.

SOLUTION: A resistance heating element 4 is embedded in a ceramic body 2 made of insulating ceramics which is composed chiefly of at least one kind selected from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride, and boron nitride, and which has a carbon content of 500 ppm or less and a volume characteristic resistance value of $10^{<8>} \Omega \cdot \text{cm}$ or more in the temperature range of 200 deg.C and higher. Also, one principal surface of the ceramic body 2 is used as a placement surface 3 and a temperature detection means 5 for measuring the temperature of the placement surface 3 is inserted into a surface other than the placement surface 3 to constitute a ceramic heater 1.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(JP11-312570)

[Title of the Invention] Ceramics Heater

[Abstract]

[Problem to be solved by the Invention]

The temperature of a ceramic heater 1, in a temperature range of 200°C or higher, can be precisely measured by means of a temperature detection means 6, such as a thermocouple.

[Means for Solving the Problem]

A resistance heating element 4 is buried in a ceramic body 2 made of an insulating ceramic of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride, wherein the carbon content is 500 ppm, or less, and wherein the volume specific resistance in the temperature range of 200°C or higher is $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ or greater, and wherein one main surface of the above described ceramic body 2 is used as a mounting surface 3 so that a temperature detection means 6 for measuring the temperature of the above described mounting surface 3 is inserted in a surface other than this mounting surface 3 and, thereby, ceramic heater 1 is formed.

[Scope of Claim for Patent]

[Claim 1] A ceramic heater wherein one main surface of a ceramic body in which a resistance heating element is buried is used as a mounting surface of an object to be heated and wherein a temperature detection means for

measuring temperature of said mounting surface is inserted in a surface other than said mounting surface, wherein said ceramic body is made of ceramic of which a main component is any of alumina, aluminum nitride, silicon nitride, or boron nitride, of which the carbon content is 500 ppm or less and of which the volume specific resistance in a temperature range of 200°C or higher is not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Pertains]

The present invention relates to a ceramic heater provided with a temperature detection means, such as a thermocouple, in particular, to a ceramic heater used in a film formation device, such as for CVD, PVD, or sputtering, or used in an etching device, and such a ceramic heater is specifically favorable as a ceramic heater for a semiconductor manufacturing device.

[0002]

[Prior Art]

A ceramic heater for supporting a wafer and for heating the wafer to a predetermined processing temperature conventionally has been utilized in a film formation device, such as for PVD, CVD, or sputtering, for forming a thin film on a semiconductor wafer (hereinafter referred to as

wafer), or in an etching device for microscopic processing, which are used in the manufacturing processes for semiconductor devices.

[0003]

A ceramic heater of such a type is provided with a resistance heating element 14 buried in a ceramic body 12, of a disk form, as shown in Figs. 5(a) and 5(b), and the upper surface of the above described ceramic body 12 is used as a mounting surface 13 for supporting and heating an object W to be heated, such as a wafer, and power supply terminals 15 for supplying voltage to the above described resistance heating element 14 are connected to the lower surface of the above described ceramic body 12. Further, a wafer W is placed on the above-described mounting surface 13 and the object W to be heated is heated to a predetermined processing temperature by supplying voltage to resistance heating element 14 which, then, emits heat.

[0004]

In addition, in a variety of processes, the precision of processing is closely related to the temperature of the object W to be heated and, therefore, a temperature detection means 16, such as a thermocouple, is inserted into the above described ceramic body 12 from the lower surface so that the temperature of the mounting surface 13 is measured by means of this temperature detection means 16,

and the amount of current supplied to resistance heating element 14 is controlled so as to maintain the temperature of the object W to be heated at a constant level based on the measurement data (see Japanese unexamined patent publication H6 (1994)-176855).

[0005]

In addition, ceramic heater 11 utilized in a film formation device or an etching device is exposed to halogen-based gases, or plasma, having a high corrosiveness and, therefore, the above described ceramic body 12 is required to be formed of a ceramic having excellent resistance to corrosion by halogen-based gases, and having resistance to plasma resulting in the usage of a ceramic of which the main component is alumina, silicon nitride or aluminum nitride.

[0006]

Then, in recent years the size of ceramic heaters 11 has rapidly increased as has the size of wafers, and, as for the manufacture of such a ceramic heater 11, a metal wire for forming resistance heating element 14 is, for example, buried in a ceramic powder, which may be of a variety of types, so as to be unified in the ceramic through sintering by means of a hot press method and, thereby, ceramic body 12, of a disk form provided with buried resistance heating element 14, is manufactured, or

conductive paste for forming resistance heating element 14 is printed on a green sheet, which may be made of one of a variety of types of ceramic materials, in a predetermined heating pattern and, after that, this heating pattern is covered with another green sheet so as to form a green sheet layered body and, then, this green sheet layered body is integrated through sintering by means of a hot isostatic press (HIP) method after pre-sintering and, thereby, ceramic body 12, in a disk form provided with buried resistance heating element 14, is manufactured. A mounting surface 13 is formed by carrying out a polishing process, or the like, on one main surface of a ceramic body 12 gained according to these methods, and two recesses 12a connected to resistance heating element 14 and a recess 12b extending to the vicinity of mounting surface 13, respectively, are created in the other main surface so that power supply terminals 15 are connected through recesses 12a while temperature detection means 16 is connected through recess 12b and, thereby, the ceramic heater is manufactured.

[0007]

[Problem to be solved by the Invention]

When the above described ceramic heater 11 is heated, up to a temperature of 200°C or higher, however, a problem arises wherein measurement data irregularities occur in

temperature detection means 16 so that the temperature of mounting surface 13 cannot be measured in a precise and stable manner. Therefore, when such a ceramic heater 11 is used and a film formation process is applied to the object W to be heated at a temperature of 200°C, or higher, the film quality and thickness differ from one film to another that is formed because mounting surface 13 cannot be stably heated at a predetermined temperature and, in addition, when an etching process is carried out on the object W to be heated, a stable film formation process, or etching process, cannot be carried out such that the depth of etching differs from one etching process to another.

[0008]

Therefore, the present inventors have carried out research concerning the cause of the occurrence of irregularities in measurement data from temperature detection means 16 in the temperature range of 200°C, or higher, and, then, have discovered that the volume specific resistance of the ceramic forming ceramic body 12 is quite low, so that this drop in volume specific resistance allows the occurrence of irregularities in measurement data from temperature detection means 16.

[0009]

That is to say, the volume specific resistances of ceramics tend to become lower as temperature increases, and

carbon in the sintering atmosphere easily mixes into a ceramic body 12 manufactured according to a hot press method, or HIP method, as described above. It is considered that, in the case wherein the amount of such carbon is great, the volume specific resistance of ceramic body 12 is lowered, and when the ceramic is heated to a temperature of 200°C, or higher, a microscopic current easily flows from resistance heating element 14 to temperature detection means 16. Then, in the case that temperature detection means 16 is a thermocouple, thermocouples allow temperature measurement, using a potentiometer, by detecting electromotive force occurring between the contacts due to a temperature gap wherein different types of metals are connected. In the case of a K thermocouple, for example, change in electromotive force in response to an increase in temperature of 1°C is extremely small, being of approximately 40 μ V. Therefore, in the case that a microscopic current of approximately several μ A flows from resistance heating element 14, the potentials of the contacts point of the thermocouple change so as to cause irregularities in measurement data and, furthermore, it is considered that a current also flows into the potentiometer for measuring the electromotive force of the thermocouple so that a value differing from the actual temperature is shown.

[0010]

[Means for Solving Problem]

Therefore, the present invention is provided in view of the above described problem so that a ceramic heater wherein one main surface of a ceramic body in which a resistance heating element is buried is used as a mounting surface of an object to be heated and wherein a temperature detection means for measuring the temperature of the above described mounting surface is inserted into a surface other than this mounting surface is characterized in that the above described ceramic body is formed of an insulating ceramic of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride, and of which the carbon content 500 ppm or less, and of which the volume specific resistance in a temperature range of 200°C or higher is not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$.

[0011]

[Operation]

According to the present invention, a ceramic body for forming a ceramic heater is made of an insulating ceramic having a volume specific resistance of not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ in a temperature range of 200°C or higher, and, therefore, a microscopic current can be prevented from flowing from the resistance heating element to the

temperature detection means even when the heater emits heat up to a temperature of 200°C or higher, so that the temperature detection means does not generate irregularities in measurement data, and the temperature of the mounting surface can be precisely and stably measured.

[0012]

In addition, according to the present invention, the above-described ceramic body is made of an insulating ceramic of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride, and the carbon content in the above described insulating ceramic is 500 ppm or less, and, therefore, the volume specific resistance becomes not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ in a temperature range of 200°C or higher, and, furthermore, the ceramic is excellent in resistance to corrosion by halogen-based gases and in resistance to plasma so that a ceramic heater that can be utilized for a long period of time can be gained.

[0013]

[Embodiments of the Invention]

The embodiments of the present invention are described in the following. Fig. 1(a) is an oblique perspective view showing one example of a ceramic heater of the present invention and Fig. 1(b) is a cross sectional view along line X-X of Fig. 1(a).

[0014]

This ceramic heater 1 is formed of a ceramic body 2 in a disk form and this ceramic body 2 is formed of an insulating ceramic: of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride; of which the carbon content is 500 ppm, or less; and of which the volume specific resistance in a temperature range of 200°C or higher is not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$.

[0015]

In addition, a membranous resistance heating element 4 having a heating pattern as shown in Fig. 2(a) is buried in the above described ceramic body 2, and a mounting surface 3 for mounting an object W to be heated is provided on the upper surface of the above described ceramic body 2 while power supply terminals 5, respectively, are connected through two recesses 2a, which lead to the above described resistance heating element 4 so as to make an electrical connection by means of brazing or the like, are provided in the lower surface of the above described ceramic body 2. Here, the heating pattern of the above described resistance heating element 4 is not limited to the pattern shown in Fig. 2(a) but, rather, may be a pattern in a spiral form, as shown in Fig. 2(b), and may have any pattern form that allows mounting surface 3 to be uniformly heated. In

addition, not only membranous resistance heating element 4 but, also, a metal wire can be used and, in the case that a metal wire is used, a wound wire in a spiral form may, for example, be provided in the form of a buried heating pattern, as shown in Figs. 2(a) and 2(b).

[0016]

In addition, a recess 2b that leads to the vicinity of mounting surface 3 is provided in the lower surface of the above-described ceramic body 2 and a temperature detection means 6, such as a thermocouple, is inserted into this recess 2b. Here, according to this measure of inserting temperature detection means 6, threading is provided to the inner wall surface of recess 2b so that temperature detection means 6 is secured with a screw or a cylinder (not shown) is connected in the above described recess 2b by means of adhesion using glass or the like, brazing, fixing with screws, diffusion bonding or the like, so that temperature detection means 6 can be connected to this cylinder by means of fixing with screws or by adhesion using glass or the like. In addition, though in the example shown in Fig. 1, temperature detection means 6 is inserted into the lower surface of ceramic body 2, the temperature detection means may be inserted into the side surface of ceramic body 2.

[0017]

Then, when object W to be heated is mounted on mounting surface 3 of this ceramic heater 1 and a voltage is applied to resistance heating element 4 so that heat is emitted, object W to be heated can be uniformly heated to a predetermined process temperature and a microscopic current can be prevented from flowing into temperature detection means 6 from resistance heating element 4 because the volume specific resistance of ceramic body 2 is not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ when heated to a temperature of 200°C or higher, and, therefore, the temperature of mounting surface 3 can be precisely measured by means of the above described temperature detection means 6 so that the power applied to resistance heating element 4 can be controlled in order to maintain the temperature of object W to be heated at a constant level based on measurement data from temperature detection means 6.

[0018]

In addition, the above-described ceramic body 2 is made of a ceramic of which the main component is any from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride having an excellent resistance to corrosive halogen-based gases and plasma used in a film formation device or in an etching device, and, therefore, ceramic heater 1 can be used for a long period of time. In particular, a ceramic of which the main component is

aluminum nitride or boron nitride has an excellent heat conductivity from among the above described ceramics so that the rate of temperature increase or of cooling of ceramic heater 1 can be improved and object W to be heated can be more uniformly heated.

[0019]

Here, as for the insulating ceramic of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride and of which the carbon content is 500 ppm or less, an insulating ceramic of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride and of which the carbon content is 500 ppm or less, that contains a component that does not exhibit conductivity as an assistant component can be used.

[0020]

As for an insulating ceramic of which the main component is alumina, a ceramic of which the alumina content is not less than 98 wt.%, preferably not less than 99 wt.% and more preferably not less than 99.5 wt.%, that contains a sintering assisting agent, such as SiO_2 , MgO , CaO , TiO_2 , or the like, as another assistant component can be used and as for an insulating ceramic of which the main component is aluminum nitride, a ceramic of which the aluminum nitride content is not less than 91 wt.%,

preferably not less than 99 wt.% and more preferably not less than 99.8 wt.%, that contains Y_2O_3 or an oxide of a rare earth element, such as of Er, as another assistant component can be used. In addition, as for an insulating ceramic of which the main component is silicon nitride, a ceramic of which the silicon nitride content is not less than 90 wt.%, preferably not less than 95 wt.% and more preferably not less than 98 wt.%, that contains Al_2O_3 and Y_2O_3 as other assistant components can be used, and as for an insulating ceramic of which the main component is boron nitride, a ceramic of which the boron nitride content is not less than 95 wt.%, preferably not less than 98 wt.% and more preferably not less than 99 wt.%, that contains B_2O_3 or the like as another assistant components can be used.

[0021]

In addition, an insulating ceramic substantially made of only one type of either alumina or aluminum nitride, with the remaining portion being carbon of no greater than 500 ppm and with other impurities, can be used and, as for such a ceramic, a ceramic of which the alumina or aluminum nitride content is not less than 99.8 wt.% can be used. In particular, an aluminum nitride ceramic of a high purity of which the aluminum nitride is not less than 99.8 wt.% is suitable for use in ceramic body 2 because of high thermal conductivity and outstanding excellence in resistance to

corrosion and resistance to plasma due to the small number of grain boundary layers.

[0022]

Then, it is important for the carbon content in these insulating ceramics to be 500 ppm or less.

[0023]

This is because, in the case that the carbon content becomes greater than 500 ppm, the volume specific resistance of the insulating ceramics in the temperature range of 200°C or higher becomes less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$, a precise temperature measurement cannot be carried out by temperature detection means 6.

[0024]

On the other hand, as for resistance heating element 4 buried in the above described ceramic body 2, a metal, such as tungsten (W), molybdenum (Mo), nickel (Ni), platinum (Pt), gold (Au), silver (Ag), or an alloy of these metals, or nitrides or carbides of an element in group 4a or 5a of the periodic table can be used so that a material which is slightly different from the insulating ceramic forming ceramic body 2 in thermal expansion may be selectively used.

[0025]

In addition, as for the material forming power supply terminals 5, tungsten (W), molybdenum (Mo), nickel (Ni), or

a Fe-Co-Ni alloy can be used so that a material which is slightly different from the insulating ceramic forming ceramic body 2 in thermal expansion may be selectively used in the same manner as for resistance heating element 4.

[0026]

In order to manufacture such a ceramic heater 1, a solvent, a binder, and the like, is added to, and mixed with, the above described ceramic material so as to prepare a slip and, then, a plurality of ceramic green sheets are prepared by means of a tape formation method, such as a doctor blade method. Then, a conductive paste for forming a resistance heating element is spread on top of a plurality of layered ceramic green sheets in a heating pattern as shown in Fig. 2, for example, by means of a screen printing method and, after that, the remaining ceramic green sheets are layered so as to cover the above described heating pattern and a green sheet layered body is formed. After that, the above described green sheet layered body is sintered and, thereby, ceramic body 2 in which resistance heating element 4 is buried is manufactured, wherein it is necessary for the ceramic body and the resistance heating element to be unified through sintering by means of a hot isostatic process (HIP) method under the conditions wherein they are buried in Al_2O_3 powder, AlN powder or Si_3N_4 powder after they have been

sintered in a nitrogen and/or hydrogen atmosphere, or in a vacuum during sintering.

[0027]

That is to say, though in the case that a HIP process is directly carried out on ceramic body that has been pre-sintered, the carbon in the sintering atmosphere enters into ceramic body 2 so as to lower the volume specific resistance at a temperature of 200°C or higher, the entrance of carbon can be prevented by sintering the ceramic body buried in the above described ceramic powder so that the volume specific resistance at a temperature of 200°C or higher, can be prevented from becoming less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$.

[0028]

In addition, as for another method of manufacturing ceramic body 2, a mud made of a ceramic, from among a variety of ceramics, is dried and granulated so as to be converted to granules and a metal wire wound in a spiral form is buried in these granules so as to form the heating pattern shown in Fig. 2 and, thereby, ceramic body 2, in which resistance heating element 4 is buried, can be manufactured by sintering and unifying the granules and the metal wire according to a hot press method. Here, at the time of sintering and unification according to this hot press method, it is necessary to sinter and unify the

granules and the metal wire under the conditions wherein they are buried in Al_2O_3 powder, AlN powder or Si_3N_4 powder.

[0029]

And, a polishing process or the like is carried out on one of the main surfaces of ceramic body 2 that has been gained according to one of these methods, so as to form mounting surface 3, and, then, two recesses 2a leading to resistance heating element 4 as well as a recess 2b extending to the vicinity of mounting surface 3, respectively, are provided in the other main surface so that power supply terminals 5 are connected through recesses 2a by means of brazing or the like, and temperature detection means 6 is connected through recess 2b, and, thereby, ceramic heater 1 of the present invention can be gained.

[0030]

Next, another embodiment of the present invention is described. Fig. 3 shows a structure that is almost the same as in Fig. 1(b) and another internal electrode 7 is buried between mounting surface 3 and resistance heating element 4 so that this internal electrode 7 is utilized as, for example, an electrode for electrostatic adsorption and a voltage is applied between the above described internal electrode 7 and object W to be heated mounted on mounting surface 3 and, then, a Coulomb force due to inductive

polarization or a Johnson-Rahbek force due to a microscopic leak current is effected between object W to be heated and internal electrode 7 so that object W to be heated can be electrically adsorbed and fixed on mounting surface 3 and, in addition, the above described internal electrode 7 is used as an electrode for generating plasma so that high-frequency power is applied between the internal electrode and an electrode for plasma generation, which is installed separately and, thereby, plasma can be generated.

[0031]

[Embodiments]

Here, ceramic heaters are manufactured of aluminum nitride ceramics of a high purity, having different carbon contents, and an experiment was carried out wherein the existence of irregularities in measurement data is checked for when these ceramic heaters are heated to a predetermined temperature, which is measured by a thermocouple.

[0032]

In the present experiment, ceramic heaters 1 having an external diameter of 200 mm and a thickness of 12 mm, shown in Fig. 1, are manufactured wherein recesses 2b (external diameter of 2 mm and depth of 7 mm) for allowing insertion and fixing of thermocouples as temperature detection means 6 are provided in the lower surfaces of

ceramic bodies 2 and, after that, K-type thermocouples (made by Yamari Industries, Limited), having a stripped wire diameter of 1 mm, are connected in these recesses 2b through fixing with screws. In addition, the AlN content of the aluminum nitride ceramic of a high purity for forming ceramic bodies 2 is approximately 99.8 wt.% and resistance heating elements 4 are made of tungsten, and power supply terminals 5 are formed of a Fe-Co-Ni alloy, respectively.

[0033]

Then, these ceramic heaters 1 are placed within a heating furnace, of which the temperature within the furnace has a dispersion of $\pm 2^{\circ}\text{C}$, so that ceramic heaters 1 are heated to 200°C under the conditions wherein a direct current 100 V is applied to one of power supply terminals 5 of the above described ceramic heaters 1 and, then, the ceramic heaters are evaluated such that ceramic heaters wherein the temperature difference between the temperature of the heating furnace and the thermocouple is within 4°C are given a O symbol and ceramic heaters wherein the temperature difference between the temperature of the heating furnace and the thermocouple is not less than 4°C are given a x symbol.

[0034]

Here, Fig. 4 shows the relationship between the

volume specific resistances of aluminum nitride ceramics of a high purity having different carbon content and temperature, while Table 1 shows the experimental results, respectively.

[0035]

[Table 1].

Table 1

	Carbon content PPM	Theoretical density	Volume specific gravity	Relative density %	Volume specific resistance 200°C (Ω cm)	Measurement result
1	84	3.260	3.180	97.5%	7.0.E+11	
2	184	3.260	3.186	97.7%	3.0.E+11	O
3	267	3.260	3.200	98.2%	9.0.E+10	O
4	394	3.260	3.210	98.5%	1.0.E+10	O
5	460	3.260	3.217	98.7%	8.0.E+08	O
*6	638	3.260	3.214	98.6%	8.0.E+07	X
*7	876	3.307	3.268	98.8%	9.3.E+05	X
*8	1030	3.276	3.258	99.4%	5.5.E+05	X
*9	1345	3.260	3.248	99.6%	9.0.E+03	X

The * symbol is attached to ceramic heaters outside of the scope of the present invention.

[0036]

As a result of this, in the case that the volume specific resistance of the aluminum nitride ceramic is not less than $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ at a temperature of 200°C, the difference between the temperature of the heating furnace and the temperature of thermocouple becomes 4°C or less, and it is found that a precise temperature measurement is

possible without irregularities in the measurement data of the thermocouple.

[0037]

Then, in order to make the volume specific resistance of aluminum nitride ceramic not less than $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ at a temperature of 200°C or higher, the carbon content in the aluminum nitride ceramic should be 500 ppm or less, as shown in Fig. 4 and in Table 1 and, in particular, it is found that a precise temperature measurement is possible by means of a thermocouple up to approximately 700°C with respect to sample No. 1 having a carbon content of 84 ppm.

[0038]

Here, though in the present embodiment, only examples wherein aluminum nitride ceramic of a high purity is used for ceramic bodies 2 are shown, the same tendency is seen in other insulating ceramics wherein the carbon content is not greater than 500 ppm.

[0039]

[Effects of the Invention]

As described above according to the present invention, in a ceramic heater wherein one main surface of a ceramic body in which a resistance heating element is buried is used as a mounting surface and temperature detection means for measuring the temperature of the above described mounting surface is inserted into a surface other than this

mounting surface, the above described ceramic body is formed of an insulating ceramic: of which the main component is any one type from among alumina, aluminum nitride, silicon nitride and boron nitride; of which the carbon content is 500 ppm or less; and of which the volume specific resistance in a temperature range of 200°C or higher is not less than $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ and, thereby, a microscopic current can be prevented from flowing into the temperature detection means from the resistance heating element even when the ceramic heater emits heat so that the temperature of the mounting surface can be precisely measured in a stable manner for a long period of time even at a temperature of 200°C or higher.

[0040]

Accordingly, when a ceramic heater of the present invention is used, the temperature of the mounting surface can be maintained at a constant level of a predetermined process temperature and, therefore, when this is used in a film formation device, for example, of a semiconductor device manufacturing process, a thin film of a constant thickness can be uniformly formed even when film formation is repeated and, in the case that ceramic heater is used for an etching process, etching can process an object with a constant depth even when etching is repeated.

[0041]

In addition, the ceramic heater of the present invention has an excellent resistance to highly corrosive halogen-based gases and plasma, and therefore, the ceramic heater can be utilized for a long period of time.

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1(a) is an oblique perspective view showing one example of a ceramic heater of the present invention; Fig. 1(b) is a cross sectional view along line X-X of Fig. 1(a);

Fig. 2(a) is a diagram showing the form of a heating pattern of a resistance heating element buried in the ceramic heater of Figs. 1(a) and 1(b); Fig. 2(b) is a diagram showing the form of another heating pattern;

Fig. 3 is a cross sectional view showing another example of a ceramic heater of the present invention;

Fig. 4 is a graph showing the relationships between the volume specific resistance and the temperatures of high purity aluminum nitride ceramic with different carbon content;

Fig. 5(a) is an oblique perspective view showing a ceramic heater according to a prior art; and Fig. 5(b) is a cross sectional view along line Y-Y of Fig. 5(a).

[Explanation of Symbols]

- 1, 11...ceramic heaters
- 2, 12...ceramic bodies
- 3, 13...mounting surfaces

4, 14...resistance heating elements

5, 15...power supply terminals

6, 16...temperature detection means

W...object to be heated

Translation of Fig. 4

Longitudinal axis: volume specific resistance $\Omega \cdot \text{cm}$

Lateral axis: 1000/temperature K

~~支那~~

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312570

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 5 B 3/18		H 0 5 B 3/18	
H 0 1 L 21/324		H 0 1 L 21/324	K
21/68		21/68	N
H 0 5 B 3/00	3 1 0	H 0 5 B 3/00	3 1 0 D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-118947

(22) 出願日 平成10年(1998) 4 月28日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 大江 純司

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

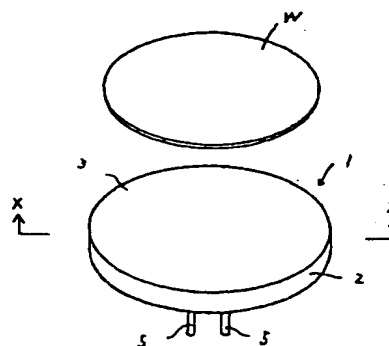
(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ

(57) 【要約】

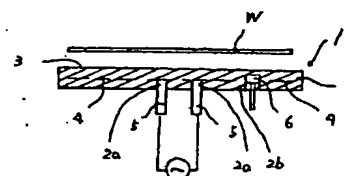
【課題】 200℃以上の温度域においてもセラミックヒータ1の温度を熱電対等の温度検出手段6によって正確に測温できるようにする。

【解決手段】 アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であって、かつ200℃以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスからなるセラミック体2中に抵抗発熱体4を埋設するとともに、上記セラミック体2の一主面を載置面3とし、該載置面3以外の表面上記載置面3の温度を測定する温度検出手段6を内挿してセラミックヒータ1を構成する。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】抵抗発熱体を埋設してなるセラミック体の一主面を被加熱物の載置面とし、該載置面以外の表面に上記載置面の温度を測定する温度検出手段を内挿してなるセラミックヒータにおいて、上記セラミック体が、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のいずれかを主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であって、かつ200℃以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のセラミックスより成るセラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱電対などの温度検出手段を備えてなるセラミックヒータに関し、特に、CVD、PVD、スパッタリングなどの成膜装置やエッチング装置に用いられるセラミックヒータ、その中でも半導体製造装置用セラミックヒータとして好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体装置の製造工程では、半導体ウエハ（以下、ウエハと称す。）に薄膜を形成するPVD、CVD、スパッタリング等の成膜装置や微細加工を施すエッチング装置において、ウエハを支持しつつ所定の処理温度に加熱するためにセラミックヒータが使用されている。

【0003】この種のセラミックヒータとしては図5(a)(b)に示すように、円盤状をしたセラミック体12中に抵抗発熱体14を埋設してなり、上記セラミック体12の上面をウエハ等の被加熱物Wを保持しつつ加熱するための載置面13とし、上記セラミック体12の下面に前記抵抗発熱体14へ通電するための給電端子15を接合したものがあった。そして、上記載置面13にウエハWを載置し、抵抗発熱体14に通電して発熱させることにより被加熱物Wを所定の処理温度に加熱するようになっていた。

【0004】また、各種処理精度は被加熱物Wの温度と密接な関係があるため、上記セラミック体12中には下面より熱電対などの温度検出手段16を内挿してあり、該温度検出手段16によって載置面13の温度を測定し、その測定データに基づいて被加熱物Wの温度が常に一定となるように抵抗発熱体14への通電量を制御するようになっていた（特開平6-176855号公報参照）。

【0005】また、成膜装置やエッチング装置で使用されるセラミックヒータ11は、腐食性の高いハロゲン系ガスやプラズマに曝されることから、上記セラミック体12はハロゲン系ガスやプラズマに対して優れた耐蝕性及び耐プラズマ性を有するセラミックスにより形成する必要があり、アルミナ、窒化珪素、窒化アルミニウムを主成分とするセラミックスが用いられていた。

【0006】そして、近年、ウエハサイズ的大型化に伴いセラミックヒータ11もますます大きくなり、このようなセラミックヒータ11の製造は例えば、抵抗発熱体14をなす金属線を各種セラミック粉体中に埋設し、ホットプレス法にて焼結一体化することにより抵抗発熱体14を埋設してなる円盤状のセラミック体12を製作するか、あるいは各種セラミック原料からなるグリーンシート上に、抵抗発熱体14をなす導体ペーストを所定の発熱パターンに印刷したあと、該発熱パターンを別のグリーンシートで覆ってグリーンシート積層体を形成し、該グリーンシート積層体を予備焼成したあと熱間静水圧プレス（HIP）法にて焼結一体化することにより抵抗発熱体14を埋設してなる円盤状のセラミック体12を製作し、これらの方法により得られたセラミック体12の一方の主面に研磨加工等を施して載置面13を形成するとともに、他方の主面に抵抗発熱体14に連通する2つの凹部12aと、載置面13の近傍まで伸びる凹部12bをそれぞれ穿設し、凹部12aには給電端子15を接合し、凹部12bには温度検出手段16を接続することにより製造されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記セラミックヒータ11を200℃以上の温度に発熱させると、温度検出手段16からの測定データに異常が発生し、載置面13の温度を正確に安定して測定できないといった課題があった。その為、このようなセラミックヒータ11を用い、200℃以上の温度で被加熱物Wに成膜処理を施すと、載置面13を所定の温度に安定して発熱させることができないために膜質や厚みが成膜毎に異なり、また、被加熱物Wにエッチング処理を施すと、エッチング処理毎に加工深さが異なるというように安定した成膜処理やエッチング処理を施すことができなかった。

【0008】そこで、本件発明者は200℃以上の温度域において温度検出手段16からの測定データに異常が発生する原因について研究を重ねたところ、セラミック体12を構成するセラミックスの体積固有抵抗値がかなり低くなっており、この体積固有抵抗値の低下が温度検出手段16による測定データに異常を発生させることを知見した。

【0009】即ち、セラミックスの体積固有抵抗値は、温度が高くなるにつれて低くなる傾向にあるが、前述したようにホットプレス法やHIP法にて製作したセラミック体12中には焼成雰囲気中の炭素が混入し易く、この炭素量が多いとセラミック体12の体積固有抵抗値を下げ、200℃以上の温度に発熱させると抵抗発熱体14から温度検出手段16に微少な電流が流れ易くなるものと考えられる。そして、温度検出手段16が熱電対である場合、熱電対は異種金属を接合した接点間の温度差によって生じる起電力を電位差計により検出して温度を測定するものであり、例えばK熱電対では、1℃の温度

上昇に対する起電力変化は凡そ $40\mu\text{V}$ と、きわめて微少であった。その為、抵抗発熱体14から数 μA 程度の微少な電流が流れ込むと、熱電対の接点の電位が変化して測定データに異常をもたらす。さらには、熱電対の起電力を測定する電位差計にも流れ込み、実際の温度とは異なる値を示すものと考えられる。

【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、抵抗発熱体を埋設してなるセラミック体の一主面を被加熱物の載置面とし、該載置面以外の表面に上記載置面の温度を測定する温度検出手段を内挿してなるセラミックヒータにおいて、上記セラミック体を、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が 500ppm 以下であって、かつ 200°C 以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスにより形成したことを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明によれば、セラミックヒータを構成するセラミック体として、 200°C 以上の温度域においても体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスにより形成してあることから、 200°C 以上の温度に発熱させても抵抗発熱体から温度検出手段に微少な電流が流れることを防ぐことができるため、温度検出手段による測定データに異常をもたらすことがなく、正確にかつ安定に載置面の温度を測定することができる。

【0012】また、本発明は、上記セラミック体をアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とする絶縁性のセラミックスにより形成し、上記絶縁性のセラミックス中における炭素含有量を 500ppm 以下としてあることから、 200°C 以上の温度域においても体積固有抵抗値を $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上とすることができ、また、ハロゲン系ガスやプラズマに対して耐食性、耐プラズマ性に優れることから、長期間にわたって使用可能なセラミックヒータとすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図1(a)は本発明のセラミックヒータの一例を示す斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【0014】このセラミックヒータ1は、円盤状をしたセラミック体2からなり、該セラミック体2は、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が 500ppm 以下であって、かつ 200°C 以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスにより形成してある。

【0015】また、上記セラミック体2中には図2

(a)に示すような発熱パターンを有する膜状の抵抗発熱体4を埋設するとともに、上記セラミック体2の上面を被加熱物Wを載置する載置面3とし、上記セラミック体2の下面には上記抵抗発熱体4に連通する2つの凹部2aに給電端子5をロウ付け等の手段でもってそれぞれ接合することにより抵抗発熱体4と電気的に接続してある。なお、上記抵抗発熱体4の発熱パターンとしては、図2(a)に示したもののだけに限定されるものではなく、図2(b)に示すような渦巻き状をしたものでも良く、載置面3を均一に発熱させることができるパターン形状であれば良い。また、膜状の抵抗発熱体4だけでなく金属線を用いることもでき、例えば、金属線を用いる場合、スパイラル状に巻線したものを図2(a)(b)に示す発熱パターンの形状に埋設すれば良い。

【0016】また、上記セラミック体2の下面には載置面3の近傍まで連通する凹部2bを穿設してあり、該凹部2b内に熱電対等の温度検出手段6を内挿してある。なお、温度検出手段6を内挿する手段としては、凹部2bの内壁面にネジを切り、温度検出手段6をネジ止めするあるいは上記凹部2bにガラス等による接着、ロウ付け、ネジ止め、拡散接合などの方法により筒体(不図示)を接合し、該筒体に温度検出手段6をネジ止めやガラス等による接着にて接合すれば良い。また、図1に示す例では、温度検出手段6をセラミック体2の下面に内挿した例を示したが、セラミック体2の側面より内挿したものであっても構わない。

【0017】そして、このセラミックヒータ1の載置面3に被加熱物Wを載置し、抵抗発熱体4に通電して発熱させれば被加熱物Wを所定の処理温度に均一に加熱することができ、 200°C 以上の温度に発熱させてもセラミック体2の体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であることから、抵抗発熱体4より微少な電流が温度検出手段6に流れ込むことを防ぐことができるため、上記温度検出手段6によって載置面3の温度を正確に測定することができ、温度検出手段6からの測定データに基づいて被加熱物Wの温度が常に一定となるように抵抗発熱体4に印加する電力を制御することができる。

【0018】しかも、上記セラミック体2は、成膜装置やエッチング装置で使用されるハロゲン系ガスやプラズマに対して優れた耐蝕性と耐プラズマ性を有するアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれかを主成分とするセラミックスからなるため、長期間にわたって使用可能なセラミックヒータ1とすることができる。特に窒化アルミニウムや窒化硼素を主成分とするセラミックスは上記セラミックスの中でも優れた熱伝導率を有することから、セラミックヒータ1の昇温、冷却速度を高めることができるとともに、被加熱物Wをより均一に加熱することができる。

【0019】ところで、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、

炭素含有量が500ppm以下である絶縁性のセラミックスとしては、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であるとともに、助剤成分として導電性を示さない成分を含有した絶縁性のセラミックスを用いることができる。

【0020】例えば、アルミナを主成分とする絶縁性のセラミックスにあっては、アルミナの含有量が98重量%以上、好ましくは99重量%以上、さらに好ましくは99.5重量%以上であって、他の助剤成分としてSiO₂、MgO、CaO、TiO₂等の焼結助剤を含有したもの、窒化アルミニウムを主成分とする絶縁性のセラミックスにあっては、窒化アルミニウムの含有量が91重量%以上、好ましくは99重量%以上、さらに好ましくは99.8重量%以上であって、他の助剤成分としてY₂O₃やErなどの希土類元素の酸化物を含有したものをを用いることができる。また、窒化珪素を主成分とする絶縁性のセラミックスにあっては、窒化珪素の含有量が90重量%以上、好ましくは95重量%以上、さらに好ましくは98重量%以上であって、他の助剤成分としてAl₂O₃とY₂O₃を含有したもの、窒化硼素を主成分とする絶縁性セラミックスにあっては、窒化硼素の含有量が95重量%以上、好ましくは98重量%以上、さらに好ましくは99重量%以上であって、他の助剤成分としてB₂O₃等を含有したものをを用いることができる。

【0021】また、実質的にアルミナ、窒化アルミニウムのうちいずれか1種のみからなり、残部が500ppm以下の炭素とその他の不純物からなる絶縁性のセラミックスを用いることもでき、このようなセラミックスとしては、アルミナや窒化アルミニウムの含有量が99.8重量%以上のものをを用いれば良い。特に窒化アルミニウムの含有量が99.8重量%以上である高純度窒化アルミニウムセラミックスを用いれば、高熱伝導率に優れるとともに、粒界面が少なく耐蝕性及び耐プラズマ性に極めて優れることからセラミック体2として好適である。

【0022】そして、これら絶縁性のセラミックス中における炭素の含有量は500ppm以下であることが重要である。

【0023】即ち、炭素含有量が500ppmより多くなると、200℃以上の温度域における絶縁性セラミックスの体積固有抵抗値が10⁸Ω・cm未満となり、温度検出手段6によって正確な温度測定ができなくなるからである。

【0024】一方、上記セラミック体2内に埋設する抵抗発熱体4としては、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、金(Au)、銀(Ag)などの金属やこれらの合金、あるいは周期律表第4a、5a族元素の窒化物や炭化物等を用い

ることができ、セラミック体2を構成する絶縁性のセラミックスとの熱膨張差が小さいものを選択的に用いれば良い。

【0025】また、給電端子5を構成する材質としては、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、Fe-Co-Ni合金を用いることができ、抵抗発熱体4と同様にセラミック体2を構成する絶縁性のセラミックスとの熱膨張差が小さいものを選択的に用いれば良い。

【0026】このようなセラミックヒータ1を製作するには、前述したセラミック原料に対して溶媒やバインダー等を添加混練して泥漿を製作し、ドクターブレード法などのテープ成形法にて複数枚のセラミックグリーンシートを製作する。そして、数枚のセラミックグリーンシートを積み重ねた上に抵抗発熱体をなす導体ペーストを例えば図2に示す発熱パターンにスクリーン印刷法にて敷設したあと、上記発熱パターンを覆うように残りのセラミックグリーンシートで覆ってグリーンシート積層体を形成する。しかるのち、上記グリーンシート積層体を焼成することにより抵抗発熱体4を埋設してなるセラミック体2を製作するのであるが、この焼成時には窒素及び/又は水素雰囲気中あるいは真空雰囲気中にて焼成したあと、Al₂O₃粉末、AlN粉末、Si₃N₄粉末中に埋設した状態で熱間静水圧プレス(HIP)法にて焼結一体化することが必要である。

【0027】即ち、予備焼成したセラミック体2をそのままHIP処理すると、焼成雰囲気中の炭素がセラミック体2中に侵入して200℃以上の温度での体積固有抵抗を低下させてしまうのであるが、上記セラミック粉末中に埋焼きすることで炭素の侵入を防ぎ、200℃以上の温度での体積固有抵抗が10⁸Ω・cm未満となるのを防ぐことができる。

【0028】また、セラミック体2を製作する他の方法としては、各種セラミックスからなる泥漿を乾燥造粒して顆粒を製作し、該顆粒中にスパイラル状に巻線した金属線を図2に示す発熱パターンに埋設し、ホットプレス法にて焼結一体化することにより抵抗発熱体4を埋設してなるセラミック体2を製作することもできる。ただし、このホットプレス法にて焼結一体化する際にもAl₂O₃粉末、AlN粉末、Si₃N₄粉末中に埋焼きした状態で焼結一体化することが必要である。

【0029】そして、これらの方法により得られたセラミック体2の一方の主面に研磨加工等を施して載置面3を形成するとともに、他方の主面に抵抗発熱体4に連通する2つの凹部2aと、載置面3の近傍まで伸びる凹部2bをそれぞれ穿設し、凹部2aには給電端子5をロウ付け等にて接合するとともに、凹部2bには温度検出手段6を接続することにより本発明のセラミックヒータ1を得ることができる。

【0030】次に、本発明の他の実施形態について説明

する。図3は図1(b)とはほぼ同様の構造をしたものであるが、載置面3と抵抗発熱体4との間に別の内部電極7を埋設したもので、例えば、この内部電極7を静電吸着用電極とし、上記内部電極7と載置面3上に載置する被加熱物Wとの間に電圧を印加すれば、被加熱物Wと内部電極7との間に誘電分極によるクーロン力や微少な漏れ電流によるジョンソン・ラーベック力を発現させて被加熱物Wを載置面3上に電氣的に吸着固定することができ、また、上記内部電極7をプラズマ発生用電極とし、別に設置されたプラズマ発生用電極との間に高周波電力を印加することによりプラズマを発生させることもできる。

【0031】

【実施例】ここで、炭素含有量を異ならせた高純度窒化アルミニウムセラミックスによりセラミックヒータを製作し、該セラミックヒータを所定の温度に発熱させて熱電対により測温したときの測定データの異常の有無について調べる実験を行った。

【0032】本実験では図1に示す外径200mm、厚み12mmのセラミックヒータ1を製作し、セラミック*20

*体2の下面に温度検出手段6として熱電対を挿入固定するための凹部2b(外径2mm、深さ7mm)を穿設したあと、該凹部2bに素線径1mmのK型熱電対(山里産業製)をネジ止めにより接合した。また、セラミック体2を構成する高純度窒化アルミニウムセラミックスのAlN含有量は約99.8重量%とし、また、抵抗発熱体4をタングステン、給電端子5をFe-Co-Ni合金によりそれぞれ形成した。

【0033】そして、これらのセラミックヒータ1を炉内温度が $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の加熱炉内に設置し、上記セラミックヒータ1の一方の給電端子5に直流100Vを印加した状態でセラミックヒータ1を200 $^{\circ}\text{C}$ に加熱し、加熱炉の温度と熱電対の温度との差が4 $^{\circ}\text{C}$ 以内であるものを○、4 $^{\circ}\text{C}$ 以上のものを×として評価した。

【0034】なお、炭素含有量を異ならせた高純度窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値と温度との関係は図4に、実験結果は表1にそれぞれ示す通りである。

【0035】

【表1】

	炭素含有量 PPM	理論密度	嵩比重	相対密度 %	体積固有抵抗 200 $^{\circ}\text{C}$ 、(Ωcm)	測定 結果
1	84	3.260	3.180	97.5%	7.0E+11	
2	184	3.260	3.188	97.7%	3.0E+11	○
3	267	3.260	3.200	98.2%	9.0E+10	○
4	394	3.260	3.210	98.5%	1.0E+10	○
5	480	3.260	3.217	98.7%	8.0E+08	○
* 6	638	3.260	3.214	98.8%	8.0E+07	×
* 7	878	3.307	3.288	98.8%	9.3E+05	×
* 8	1030	3.278	3.258	99.4%	5.5E+05	×
* 9	1345	3.260	3.248	99.6%	9.0E+03	×

*は本発明範囲外のものである。

【0036】この結果、200 $^{\circ}\text{C}$ の温度において、窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であれば、加熱炉の温度と熱電対の温度との差を4 $^{\circ}\text{C}$ 以内とすることができ、熱電対からの測定データに異常を生じることなく正確な測温が可能であることが判る。

【0037】そして、200 $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度における窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とするためには、図4及び表1より窒化アルミニウムセラミックス中に含有する炭素量を500ppm以下とすれば良く、特に、試料No. 1の炭素量が84ppmのものでは約700 $^{\circ}\text{C}$ まで熱電対により正確な測温が可能であることが判る。

【0038】なお、本実施例ではセラミック体2に高純度窒化アルミニウムセラミックスを用いた例のみ示したが、他の絶縁性のセラミックスにおいても炭素量を500ppm以下とすることにより同様の傾向が見られた。

【0039】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、抵抗発

熱体を埋設してなるセラミック体の一主面を載置面とし、該載置面以外の表面に上記載置面の温度を測定する温度検出手段を内挿してなるセラミックヒータにおいて、上記セラミック体を、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であって、かつ200 $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である絶縁性セラミックスにより形成したことによって、セラミックヒータを発熱させても温度検出手段に抵抗発熱体から微少な電流が流れることを防ぐことができるため、200 $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度においても載置面の温度を正確にかつ長期間にわたって安定して測定することができる。

【0040】その為、本発明のセラミックヒータを用いれば、載置面の温度を所定の処理温度に常に一定に保つことができるため、例えば、半導体装置の製造工程における成膜装置に用いれば、成膜を繰り返しても常に均質で一定厚みの薄膜を形成することができ、また、エッチング処理に用いれば、エッチングを繰り返しても常に一

定深さに加工することができる。

【0041】しかも、本発明のセラミックヒータは、腐食性の高いハロゲン系ガスやプラズマに対して優れた耐蝕性及び耐プラズマ性を有することから、長期間にわたって使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明のセラミックヒータの一例を示す斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【図2】(a)は図1のセラミックヒータ中に埋設する抵抗発熱体の発熱パターンの形状を示す図であり、

(b)は他の発熱パターンの形状を示す図である。

【図3】本発明のセラミックヒータの他の例を示す縦断面図である。

*

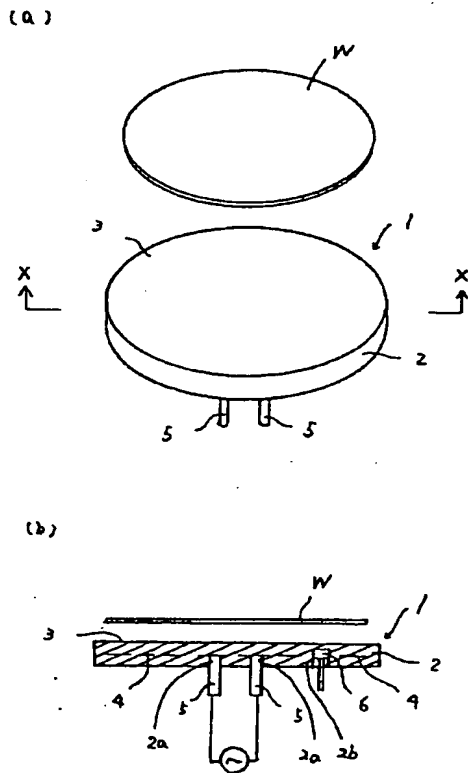
*【図4】炭素含有量を異ならせた高純度窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値と温度との関係を示すグラフである。

【図5】(a)は従来のセラミックヒータを示す斜視図であり、(b)は(a)のY-Y線断面図である。

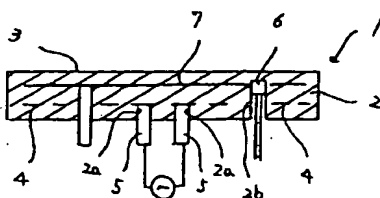
【符号の説明】

- 1, 11・・・セラミックヒータ
- 2, 12・・・セラミック体
- 3, 13・・・載置面
- 4, 14・・・抵抗発熱体
- 5, 15・・・給電端子
- 6, 16・・・温度検出手段
- W・・・被加熱物

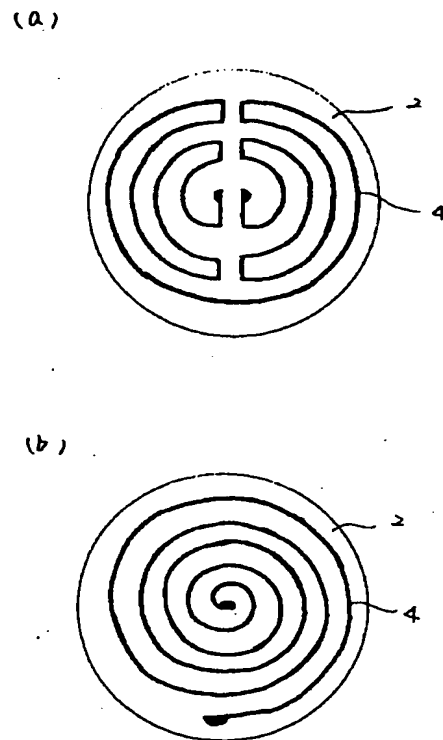
【図1】



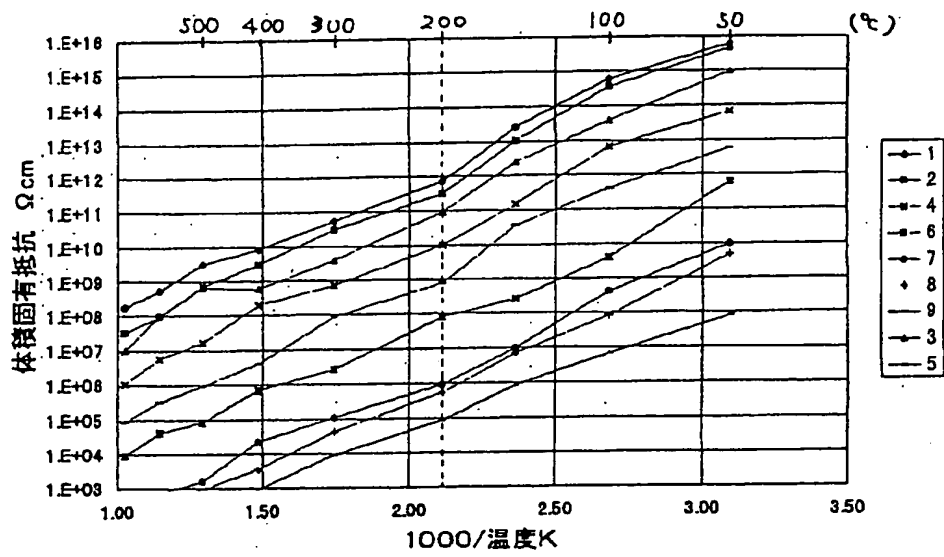
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

